

放射性核種を用いた検査における  
患者の防護

社団法人 日本アイソトープ協会

財団法人 仁科記念財団

# 放射性核種を用いた検査における患者の防護

## ICRP Publication 17

国際放射線防護委員会のために作成された報告書

1969年9月に主委員会により採択されたもの

社団法人 日本アイソトープ協会

財団法人 仁科記念財団

本書は“Protection of the Patient in Radionuclide Investigations—ICRP Publication 17 (1971)”の全訳で、ICRPの諒解のもとに仁科記念財団と日本アイソトープ協会において翻訳したものである。

本書の内容を考慮して、術語の訳語としては核医学の分野で慣用されているものを用いた。したがって、放射線管理に関する他のICRP Publicationにおける訳語と、たとえばつぎに示すように異なるもののあることを了承された  
い。

retention 停滞

uptake 摂取(率)(量)

(放射線管理の分野では、それぞれ“残留”および“取り込み”  
——intake “摂取”と区別して——と訳されている。)

また、radiopharmaceutical (放射性医薬品)は薬事法に指定されたものと  
誤解されるのを防ぐため、“放射性薬剤”とした。

Nishina | Japan  
Memorial | Radioisotope  
Foundation | Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications  
*Publication 17*

This translation was undertaken by the following colleagues.

Translated by

Doctors and clinical radiologists from the Department of Radiology  
Nagoya University Graduate School of Medicine

Editorial Board

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,  
Japan Radioisotope Association

---

Fumio YAMAZAKI (Chair)    Hidehiko TAMAKI (Vice-chair)  
Masami IZAWA \*            Tatsuji HAMADA            Eizo TAJIMA

---

Presumed the founding committee members.

\* Former ICRP member.

## 目 次

序	(1)
A. 緒 論	(2)
B. 核種および化合物の選択	(3)
1. 半減期	(4)
2. 放射線のエネルギー	(5)
3. 放出の型	(6)
4. 化学形	(6)
5. 代替りの核種または化合物の利用の可能性	(7)
6. 試験の必要性	(8)
C. 関連器官	(9)
D. 投与された単位放射能あたりの線量の推定値	(10)
E. 放射性核種の臨床的使用に関する勧告	(11)
1. 被検者のカテゴリー	(11)
2. 基本原則	(12)
3. 成人の患者	(12)
4. 妊娠している患者	(13)
5. 小 児	(13)
6. 正常な対照	(14)
7. 反覆検査	(14)
8. ブロック剤の使用	(15)

F. 線量決定に必要な、代謝に関するその他の情報に  
    ついで注意 .....(15)

G. データの表 .....(16)

文 献 .....(18)

付 録 .....(19)

## 序

1968年、国際放射線防護委員会 (ICRP) は R. E. Ellis 博士に、放射性核種を用いた検査における患者の防護に関する報告書の作成を依頼した。この報告書は、放射性薬剤を投与された患者の線量を最小にするための基本原則を述べ、また、比較的広く用いられている医薬の投与に由来する吸収線量の推定値を集めたものである。

この報告書は、ICRP 専門委員会3の課題グループにより作成された報告書「X線診断における患者の防護」(ICRP Publication 16)の補足となるものである。

## A. 緒 言

臨床的に使用される多くの種類の放射性薬剤を用いて検査される患者の数は、最近の数年間に非常に増加した。代替りの方法の選択も、よく知られた核種を用いる十分確立された方法から、新しい、とくに短寿命の、核種を使用するものまで、その余地は広がっている。そのため、臨床医のなかには患者の受ける線量、とくにこれらの新しい核種から受ける線量および、最高の濃縮のおこる器官の線量預託についてよく知らない人もある。特定の核種が低濃度で長時間停滞することにより、器官にかなりの線量が与えられることもあろう。また、代謝の知識にはきわめて大きな空白があり、そのため線量の正確な推定は困難である。

ある種の検査についての線量の推定値には、文献によって非常に大きな食違いがあり、十分な検討を経た推定線量の一覧表の作成と、そしてまた放射性薬剤を用いて検査される患者の防護についての解説の必要性がこうして生じた。この総説には、放射性核種を用いた診断検査のあいだに必然的に受ける線量を最小にするさいに含まれる諸因子が示されている。

付録の表には、臨床的に使用される核種および薬剤につき、投与された1マイクロキュリーあたりのミリラド ( $\text{mrad}/\mu\text{Ci}$ ) で表わされた線量が示してある。かなり良く受け入れられるようになった検査法については、ふつうに投与される放射能の代表的なマイクロキュリー ( $\mu\text{Ci}$ ) 数も記されている。したがって、これらのデータから、代表的な検査について線量の推定値を計算することができる。しかしながら、1マイクロキュリーあたりの吸収線量には、異常代謝をもつ個人のあいだの変動は別として、正常範囲内にある個人の代謝に依存する、かなりの変動がなお存在するようである。

体内分布あるいは摂取量の決定に必要な精度と、要求される反覆検査の数と



は、臨床上の要求からきめられるべきものなので、これらの表の内容はこの臨床上の要求に照らして解釈されなければならない。それで、どのような絶対的線量限度をきめてもそれは適切なものではなく、それぞれの場合について、検査から得られる情報の必要性を、検査自体に由来する危険性に照らして判断しなければならないのである。しかしながら、ある特定の放射性薬剤からの線量預託の大きさを検討し、それを、他の放射性薬剤を用いた代替りの検査からの線量預託と比較すること、および、その結果生ずる放射線の危険を、患者の照射を伴わずに同じく十分な情報の得られる検査からの危険とも比べることは、やはり重要である。表にはまた、核種ごとの線量算出に関連した文献のいくつかを選んで載せてある。

## B. 核種および化合物の選択

おなじ臨床的情報を得るにもいろいろの方法があるが、必要な情報を得るさいにうける線量が最小であるような方法をとることが大切である。利用しうる方法には、特定の放射性薬剤のほかには体外からのX線の使用も含まれよう。

(X線検査からうける線量に関する表は“X線診断における患者の防護”に関するICRP課題グループによってまとめられている<sup>1)</sup>。)

核種または薬剤のどれが特定の検査に最適であるかを定める因子となるそれらの性質は、つぎのようなものである：

1. 半減期
2. 放射線のエネルギー
3. 放出の型
4. 化学形
5. 代わりとなる核種または化合物の利用の可能性
6. 試験の必要性

## 1. 半減期

必要とされる特定の測定について、生物学的に適切なときに、十分な計数率または検出率の得られることが重要である。このとき以後においてかなりの放射能が残存しているべきではなく、また測定が開始できる以前に不当な減少が起こっているべきではない。こうして、核種の半減期と検査の時期との間には、最適の条件が存在することとなろう。考えられる1つの判断規準は、検査の継続時間が、制限となる器官または組織中のその放射能の実効平均寿命にひとしくあるべきだということである（平均寿命は実効半減期の1.44倍である）。たとえば、甲状腺4時間摂取率の測定が適切な検査である場合には、 $^{131}\text{I}$ よりも $^{132}\text{I}$ のほうがはるかに好ましいが、48時間目のタンパク結合放射性ヨウ素量が必要なときには、 $^{131}\text{I}$ のほうが $^{132}\text{I}$ より明らかによい。同様に、投与の数時間後に行なわれる脳スキャンニングに $^{197}\text{Hg}$  標識ネオヒドリンを使用すれば、 $^{203}\text{Hg}$  を標識核種として使用した場合よりも、おなじ計数率に対して線量は少なくて済む。

しかしながら、核種の半減期はあきらかに、標識化合物および標識薬剤を保存しうる期間を制限する。自己照射により分解がおこることもあり、したがって、あるきまった比放射能をもつ化合物については、半減期が長いほど化合物のうける線量は大きく、かなりの放射線化学的变化をおこす可能性が大きくなる。このような変化は、長半減期の $^{14}\text{C}$  で標識された化合物を長期間保存するさいにおこることが知られている。

器官からのクリアランス率が大きいときには、十分な壊変数が検出器に記録されるために大量の放射能を投与する必要がある。このときにうける線量を減らすには、大量の放射能の埋め合わせとして、短半減期核種をこの種の検査に使用することがきわめて望ましい。実効半減期の減少は線量を減らす上の重要な判断規準であるから、生物学的半減期を減らすこともまた大切である。れそ

ゆえ、問題とする器官中の生物学的半減期が比較的短い放射性薬剤は、その生物学的半減期が検査の期間に比べて十分長いかぎり、うける線量の低下に役立つであろう。

## 2. 放射線のエネルギー

放射線のエネルギーは、(1)与えられる線量、(2)特定の検査を行なうのに必要な放射能、および(3)検出器につけて使用するコリメーターの設計の決定に大切な因子である。

ある器官に与えられる線量は、 $\beta$ 線のエネルギーに比例して増加する。光子放出核種\*では、特定の器官に吸収されるエネルギーの割合はエネルギーの増加とともに減少するが、大型の器官に実際に吸収されるエネルギーは増加する。

ある特定の器官の摂取率を推定する必要がある場合、最適の放射線エネルギーはその器官の深さとその厚さに依存する。この場合の必要条件は、器官中の放射能に由来する検出器の計数率が最高になり、かつ、その器官より表面近くあるいはもっと奥にある組織内の放射能はそれほど効率よく検出しないことである。したがって、最適放射線エネルギーをもつ放射性核種とは、それから放出される放射線が、(a)問題としている器官の深さよりも深い組織層により大幅に減弱され、かつ(b)適当な寸法のコリメーターにより十分限定されて、その結果、問題とする器官内からの放射線が選択的に検出され、周囲の組織からの放射線が減弱されるようなものである。

最適な器官スキャンニングのためには、100~200 keV の範囲だけの低エネルギー光子を放出する核種を必要とすることがわかっている。 $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{113m}\text{In}$  および $^{75}\text{Se}$  はこの範囲のエネルギーをもつ光子を放出するので、スキャンニ

\* (訳注) 核異性体およびある種の電子捕獲核種のように、 $\beta$ 線を伴わない光子放射体を指す。

ングの目的で現在関心をもたれている。このようなエネルギーにおいては、良好な遮蔽特性をもつ焦点型コリメーターを作ることが可能である。

オートラジオグラフィにおいては、低エネルギー $\beta$ 放射性核種を使用することによって写真像の分解能があがる。切片中の標識部分から乳剤中への $\beta$ 線の発散はその飛程に関係し、飛程は $\beta$ 線のエネルギーに比例するからである。

### 3. 放出の型

前節に述べたように、光子放出核種は $\beta$ 線を伴わないので、検出器に計数される光子数をひとしくした場合に器官のうける線量は大幅に小さく、器官スキャンニングや摂取率測定に好適である。

陽電子放出核種を用い、消滅放射線を同時計数法で検出することによって、器官の摂取の正確な分布測定が可能である。 $^{74}\text{As}$ 、 $^{64}\text{Cu}$  および $^{18}\text{F}$  は、臨床医学においてこの目的に用いられる陽電子放出体の例である。

### 4. 化学形

初期のころには、大部分の放射性核種は単純な化学形で臨床検査に使用されていた。しかし最近では、特定の器官に集中するような薬剤の開発に努力が払われてきている。これらの薬剤は、最も適当に放射性標識されるように合成することができ、これによって放射性核種の停滞に関する問題がすべて一変した。すなわち、以前はイオン自体の代謝を考慮していたが、いまでは、線量を推定する前に、その薬剤のもっと複雑な代謝の理解が必要とされる。カラムを用いたアイソトープジェネレーターを用いて短半減期娘核種溶液を作ること、最近数年間にとり入れられてきている。長半減期核種をカラムに保持させるさい、親核種がカラムから溶離されて短半減期の溶離液を汚染させることが決してないようにしなければならない。同様に、たとえば $^{113\text{m}}\text{In}$  ジェネレーターからの溶離液中にジルコニウムが入るように、カラムから非放射性物質の

“漏れ (breakthrough)” があると、化学毒性による障害のおこることもあろう。

非常に多数の化合物がトリチウムおよび $^{14}\text{C}$  で標識されている。そのうち簡単な化合物のあるものについては代謝はよくわかっているが、これらの核種で標識された大多数の化合物についての代謝はよくわかっていない。事実、ある場合には、標識の目的はまったく代謝経路の研究と確定にあることもある。このような場合の多くは、投与された化合物および核種の量の70~80%の行方を知ることができるであろうが、残りの分の代謝はわからない。

もっと多くの薬剤が合成されるにつれて、特定の放射性核種または化合物のある組織への摂取を促進し、あるいはブロックすることができるようになる可能性がある。もし、問題となる器官への摂取が促進されるならば、投与に要する放射能は少なくてすみ、他の器官への線量は減少するであろう。他方、もし摂取率の測定を要しないある器官が高い線量をうけるようならば、適当な薬剤を選んで、その器官の摂取をブロックすることができよう。

## 5. 代わりの核種または化合物の利用の可能性

適当な放射性核種が利用できないような元素の代謝または分布を追跡するのに、代用として特定のトレーサー核種を使用することがときには可能である。たとえば、塩素スペースを推定するのに放射性臭素が、また酸素の摂取率の推定にクリプトンが用いられよう。同様に、過テクネチウム酸塩 (標識テクネチウムを含む) は甲状腺その他の腺に入るさいヨウ素とおなじように行動する。ただしヨウ素のように、有機結合によって甲状腺内に停滞することはない。

薬剤に対する標識の選択は、その標識が化学的性質に影響を与えない場合には、すでに論議した考慮の1つにもとづいて行なってよい。しかしながら、その標識は強固でなければならぬということは非常に重要である。それから、ヨウ素標識人血清アルブミンにおけるようにもし化合物の代謝が起こるとわかっ

たならば、また標識血球細胞からクロムが離れるようにもし標識が離れることがわかったならば、この離れた放射能の代謝とそれを濃縮する器官について、しかるべき考慮を払うことが不可欠である。

ある薬剤が特定の器官に局在するのは、選択的な代謝による吸収のためばかりでなく、脳腫瘍にネオヒドリンが集まるときのように、ある組織が特定の薬剤に対して透過性を増すことからもおこる。

## 6. 試験の必要性

検査の内容はつぎの3つに大別される：

- (a) 特定の器官における摂取または希釈
- (b) 器官のクリアランス率
- (c) 器官のスキャン

ある特定の型の検査において、核種の選択は、摂取率の測定またはスキャンを行なう必要のある投与後の時刻を考慮すると、その器官の摂取の速度によってきまることがわかる。交替率を測定するときには、核種の半減期は交替時間の長さにくらべて十分長くなければならない。同様に、希釈法による検査では、体内のスペース全体にわたる平衡の達成に要する時間を、その時間たったとき十分な量の放射能が確実に存在するように、核種の選択にあたって考慮しなければならない。

クリアランス率の正確な測定のために十分な量の放射能を使用することについては、B. 1節にすでに述べた。

検査に使用する検出装置の設計と型は、それが最高の感度を有し、したがって投与する特定の核種の放射能が最小で済むようなものであるべきである。たとえば、シンチレーションカウンターを用いた摂取率の測定では、ガイガー計数管を用いた場合にくらべて投与する放射能はふつうもっと少なくて済む。不十分な装置を引きつづき使用するという理由で不必要に高い放射能を投与する

ことは、もしそのような装置の使用が避けられるならば、許されるべきでない。しかしある場合には、このことは避けられないかもしれない。また、ひとしい情報を得るのに、同程度の線量をうけるような代替りの検査がある場合には、それらの選択は、利用できる装置によってきめてよい。

### C. 関連器官

“関連器官”とは、ある特定の検査において、放射線障害の見地から最も懸念されるような線量をうける器官である。関連器官は最高の線量をうける器官であることが多い。したがって、どの器官がより高い線量をうけそうであるかという情報が、線量の制限、したがって投与放射能の制限を考えるために必要になる。投与された放射能がすべて減衰するあいだにうけるラドで表わされた全線量、すなわち線量預託に関する知識が、いつの場合にも要求される。この線量は、関連する代謝の諸因子にも、また投与経路にも依存する。

関連器官は最高の線量をうける器官であるとする仮定はいつも正しいとは限らない。たとえば、経口投与の場合、胃腸管のある部分が最高の線量をうけるであろうが、血液中に吸収された放射能から最大の線量を集積する器官にも関心もたれる。また、とくに若年者または妊娠中の婦人では、生殖腺に対する線量あるいは胎児の生殖腺線量が投与放射能の制限因子となろう。

関連器官のうける線量の計算においては、生理学的パラメーターが正確にわかっておらず、また器官の摂取率も近似値しか知られていないので、しばしば問題がおこる。ある場合には、これらの値を類似の化学物質についての情報から導かなければならない。たとえば、血液中の核種を考慮するさい、血液自体の線量または骨髄の線量は正確にはわからないであろう。骨髄線量は骨髄中を流れる血液の線量の関数であるはずであるが、しかし骨髄を含んでいる骨梁のために線量は減少する。骨髄試料中の血液の割合はよく知られていないので、

うける線量の推定値も不十分にしかわからない。さらに、核種が骨髄中に停滞することがあれば、それに応じて骨髄線量は増加するであろう。

新しい核種または検査方法の使用を計画するさい、その核種の停滞する部位および時間について不確定さがあれば、動物に関するデータをまず出して、人の検査のとき最も重要になりそうな器官と、おこりうる予期されない障害が何かということを示すべきである。しかし、これらの実験結果を、定量的な値をうるために、あるいは人間における経験から得られる推定値に代えて、利用することはできない。

#### D. 投与された単位放射能あたりの線量の推定値

ある器官のうける線量は、投与された放射能、採用した投与経路およびその器官の摂取の割合に依存するであろう。

一般に核種は経口あるいは静脈注入のいずれかで投与されるが、クリアランス検査のときの筋肉内注入、種々の神経学的検査のときの髄腔内注入のように、他の投与経路が用いられることもあろう。それぞれの投与経路について、生理学的経路の知識と、うける線量に関する考慮とが必要である。

ICRP Publication 2<sup>2)</sup> および ICRP Publication 10<sup>3)</sup> にまとめられているデータはこの知識に大いに役立つが、これらのデータは健康な成人に対するものであり、特定の疾病のとき代謝がまったく異なることのあるのを記憶しなければならない。また、これらのデータには、妊娠中の婦人、胎児あるいは小児における放射性核種の分布に関する情報は含まれていない。ICRP 専門委員会2の報告の改訂版には、有機化合物および標識薬剤についてのいくつかのデータが含まれるはずである。すでに考察したように、標識薬剤を使用した場合、もっと単純な化学形の核種の代謝とくらべてまったく異なった代謝をすることがある。



器官が核種または薬剤を一様には取り込まないことがあり、それによってもう1つの問題が生じる。たとえば、腎臓皮質中の濃度は腎臓全体の平均値より大きいことがある。こういうことは細胞レベルでもおこりうると考えられ、細胞群に濃縮される放射能について考慮の必要があろう。それゆえ、線量の推定にさいしては、関連する器官、組織あるいは構造が何であるかをはっきりさせることが不可欠である。

あきらかにこれらの場合には、ある患者のうけると思われる線量の推定は、利用しうる最善の情報にもとづいてのみ得られるものである。実際に放射能を投与し、その放射能の濃度を測定すれば、その患者のうける線量のもっと正確な算定をすることができようが、以前の推定値と実際に算定した線量とのあいだには、前節に言及した代謝と濃縮の差異のために、かなりの開きを生じることがあろう。

## E. 放射性核種の臨床的使用に関する勧告

ある被検者の検査に用いる必要のある核種の放射能は、その検査の緊急性または重要性に左右されよう。もし使用する放射能が不当に制限されれば、その検査から得られる診断情報は、ある場合には、临床上の要求に対して正確さまたは詳しさが不足し、その検査は無駄になるか、あるいはもっと高い放射能を用いて検査を反覆する必要が生じるかのいずれかとなる。そして、このことは不必要な照射と時間の損失という結果を生じ、これが患者の健康にとって致命的となることもありうる。

### 1. 被検者のカテゴリー

これらの原則を念頭におき、また特定の被検者に投与すべき核種の放射能を決定する一助として、つぎのカテゴリーを考慮すべきことを示唆する。こうす

ることにより、それぞれのカテゴリーについて一般原則と注意を述べることができる。

(a) 検査によって利益をうける成人の患者

(b) 検査によって利益をうる妊娠中の患者

(c) 検査によって利益をうる小児

(d) ある疾病における異常値を知る目的で、正常値を確立するため検査される被検者のグループ。これらの被検者は、この検査から利益を得るとは限らない。

## 2. 基本原則

患者の検査にさいしての主要な原則は、投与する放射能を、その診断または検査で十分な情報が得られる範囲内の最小値にすべきであるということである。こうすることによって、患者のうける線量は確実に最小になる。

## 3. 成人の患者

経験の示すところによると、大部分の検査は成人患者（カテゴリー(a)）に対し、1検査あたり1radの程度、通常は5radをこえない器官線量を与えることによって十分満足に行なうことができる。（<sup>131</sup>Iを使用する検査では、甲状腺線量はこの値よりずっと大きくなることがある。）しかし、少数のスキャンニング法では、このレベルの数倍の器官線量が必要であることがわかっている。現用のスキャンニング装置では、それによって十分な情報を得るのに、一点ごとの計数の場合にくらべていくらか高い放射能が必要である。しかしながら、調べようとする患者の健康および／または疾病の重大さの検査の価値は、おこりうる長期的な放射線の危険をしばしば上廻ることがあり、そういう場合にはもっと高い放射能の投与も容認できよう。

#### 4. 妊娠している患者

妊娠中の婦人について行なわれる検査には、母親と胎児の両方に対する線量が問題となる。胎盤を通して移動する放射能の量と、その結果おこる胎児の摂取に考慮を払わなければならない。MacMahon<sup>4)</sup>、Stewart と Hewitt<sup>5)</sup>の調査データから見て、数 rad の程度の線量は白血病および小児ガンの発生数の増加と関連があるかもしれない。それゆえ、胎児の線量をこのレベル以下におさえ、このような検査の実行は妊娠中にどうしても行なわなければならないものだけに限るのが慎重なやり方である。生殖能力のある婦人の放射線検査の制限に関する主委員会の勧告(ICRP Publication 9<sup>6)</sup>, 76項)は、放射性核種による検査の時期の決定に際して考慮されるべきである。

#### 5. 小 児

放射性核種による小児の検査は、その検査によって利益をうる者にふつう限られる。投与される放射能は、体重 kg あたりの投与放射能が同程度になるように成人に対する放射能を重量ベースで修正することによって近似的に計算される。これは、器官摂取の割合が小児と成人でおなじであるという仮定に立っており、この仮定は、新生児およびおよそ1才以下の小児を除いて、大部分の年齢の小児および大部分の器官にあてはまる。前者の場合、全身に対する器官の大きさの割合とその摂取率がそれ以後の小児期における値とかなり異なることがあり、それも考慮に入れなければならない。小児の成長しつつある骨による骨親和性核種とくにアルカリ土類元素の摂取は成人の骨より大きいことに注意すべきである。一般的に言って、器官のうける線量は、おなじ検査において成人のうける値と同程度(またもし可能ならばそれ以下)とすべきである。小児の今後の子供期待数からみて、生殖腺のうける線量が確実にできるだけ低くなるように、特別の配慮が必要である。

## 6. 正常な対照

異常の発見を目的としたどのような臨床検査も、その結果を解釈するには、その検査の正常な結果とその変動の範囲がどのようなものかを確立するために、関連した点について正常とわかっている被検者についての測定値が得られている必要がある。このことは放射性核種を用いる検査においても同様に正しく、したがって、その検査から自分自身は利益をうけない、対照となる個人についての検査が必要である。正常群内での標準偏差が小さいような検査では、このような篤志家のグループは少数、たとえば6~10人に制限することがふつう可能である。その検査の目的と正確な本質およびおこりうる障害について、彼らには同意をうる前に説明すべきである。そののちに、必要な情報をうるのに適した最小の放射能を用いて検査を行なうべきである。

このような対照群となる人々は他の目的で病院にくる個人であってもよい。しかし、もしそうならば、検査される特定の反応に関して彼らが正常であることに留意しなければならず、もし彼らが他の疾病にかかっているならば、そうはならぬことがある。あるいはまた、患者の縁者または公衆の構成員であってもよい。他の職員あるいはそのほかのグループ（たとえば医学生）を使うことは、彼らが志願することに何らかの義務感を感じているならば、また彼らはその立場上、多くの研究者によって、志願者のうける全線量を考えることなく独立に使われることが多いだろうという理由からも、進んで行なうべきでない。

## 7. 反覆検査

検査によって診断が可能になったあとで、反覆検査を行なうことにより治療の効果をテストしたいことがしばしばある。同様に、ときには一連の継続した検査を行なうことが大切である。この場合、どれか1つの検査の線量よりもむ

しろそれぞれの一連の検査でうける全線量を考慮すべきである。短半減期核種を使うと、体内のバックグラウンド放射能の蓄積なしで一連検査の実施が容易になることが多い。蓄積があると、場合によっては、一連のあとのほうの検査にもっと高い放射能を使うが必要になる。

患者の臨床的要求が最高に重要なことであるから、反覆検査の回数を規定することは適切でない。基本的指針は、不必要な反覆検査を避けるべきであるということである。

## 8. ブロック剤の使用

ブロック剤 (B. 4 節参照) が利用できるときは、その使用を、放射性核種を投与する前につねに考慮すべきである。しかし、その場合に最大の線量を受けると思われる器官の推定を行なわなければならない。

### F. 線量決定に必要な、代謝に関する

#### その他の情報についての注意

検査自体から得られる必要な情報のほかに、患者に放射性核種および標識化合物を使用することによって、関連する組織線量の算定に非常に有意義となりうる科学的知識もまた得ることができる。もし検査を行なう者がどの検査からも実行可能な限り最大の情報を引き出し、ついでそれを公表するならば、このような検査法の正しい使用にとっても、また ICRP にとってもきわめて重要な、この種の情報が得られるであろう。多くの患者を短期間にわたって検査しても容易には得られないデータとは、核種または標識化合物、とくに炭素-14 およびトリチウムの標識化合物の長期間の停滞の割合、および特定の物質および代謝物の交替に関するデータである。また、経口的に投与された化合物のうち胃腸管を通して吸収されるものの割合を、正常な個人と、胃腸管にかかわる

特定の疾病をもった人あるいは外科的切除をうけた人について、求める必要がある。器官内における放射性核種の巨視的ならびに細胞的規模での分布に関する情報もまた非常に興味深いものである。器官のうける線量と、異なった臨床的諸条件のもとでのその変化のもっと正確な推定を行なうには、これらの化合物および薬剤の代謝の生理学的パラメーターに関するもっと多くのデータを蒐集する以外にない。

## G. データの表示

この報告書の最後の節に表で示されたデータは核種別に配列されている。おのおのの核種については、投与経路別および化合物ならびに薬剤の種類別にデータを分類してある。各投与方法につき、主要器官または主要組織のうける線量が、単位放射能あたりの線量——通常は1マイクロキュリーあたりのミリラド——で示されている。検査法が通例的に用いられているもの場合には、ふつうその検査に使用される放射能の代表値が示してある。この記述は、投与放射能の最適値の勧告としてではなく、過去において一般に必要とわかった値として解釈されるべきである。検出系の感度が上昇するにしたがい、これらの放射能を、ある場合にはかなり、減らすことが可能ならずである。E.1節のカテゴリー(b), (c)および(d)の被検者については、投与放射能を減らすことが望ましい。

線量計算の出典は主として公表された文献であり、必要な場合には、編者の手による計算により、また英国医学研究会議の研究者達から提出された計算を参照して拡充した。この仕事に寄与した人々に謝意を表す。公表された計算の多くは同一の生理学的因子にもとづいていたので、それらの全部は採用しなかった。しかし、値の変動範囲が存在する場合には、それを含めた。生理学的データは文献中にしばしば示されていないので、おのおのの計算に使用された

生理学的データを示すことはできなかった。この分野の研究者は彼等が最も適切と考える諸因子を選んだものと仮定した。

よく知られているとは思われないような生理学データがあった場合には、それも含めた。

関連のある線量決定上のデータあるいは生理学的データを含む文献を、大部分の核種について引用した。この場合にも、特定の検査法に関するすべての文献の一覧を作ることがこの報告書の目的ではないので、そのような包括的文献集については、国際原子力機関から刊行された“核医学リスト”および *Excerpta Medica* のような資料を参照されたい。この報告書の作成中、スエーデン<sup>7)</sup> および米国<sup>8)</sup> において同様なデータ集が編集された。

文 献

1. ICRP Publication 16 : *Protection of the Patient in X-ray Diagnosis. A report prepared by a task group of ICRP Committee 3.* Pergamon Press, Oxford (1970).
2. ICRP Publication 2 : *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection—Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation (1959).* Pergamon Press, London (1960).
3. ICRP Publication 10 : *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection—Report of Committee 4 on Evaluation of Radiation Doses to Body Tissues from Internal Contamination due to Occupational Exposure.* Pergamon Press, Oxford (1968).
4. MacMahon, B. : *J. nat. Cancer Inst.* 1962, 28, 1173.
5. Stewart, A. and Hewitt, D. : *Current Topics in Radiation Research*, Vol. 1. North Holland Publishing Company, Amsterdam (1965).
6. ICRP Publication 9 : *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (adopted September 17, 1965).* Pergamon Press, Oxford (1966).
7. National Institute of Radiation Protection, Stockholm : *Stråldoser från radioaktiva ämnen i medicinskt bruk—information till sjukhusens isotopkommittéer* (1969).
8. Hine, G. J. and Johnston, R. E. *J. nucl. Med.* 1970, 11, 468.



## 付 録

ヒ素-74

 $^{74}\text{As}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
胃 腸 管	38	1
腎 臓	0.43	1

## 静 脈 内

代表値 1—2 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎 臓	14	1
	6	2
肝 臓	8.4	1

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, **35**, 372.
2. Vennart, J.: PIRC 180 (a) of Medical Research Council, U. K. 文献からの抜粋。

ヒ素-76

 $^{76}\text{As}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎 臓	0.09	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	3	1
	3.2	2

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, **35**, 372.
2. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 375.

金-198

198Au

## 經 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.82	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	8.2	1

## 金-198 コロイド

## 静 脈 内

代表値：150  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	41	2
	44	3
	38	4
	27	5
	40	6
	脾 臓	37
	48	6
全 身 平 均	1.7	7
男 性 生 殖 腺	0.11	6
女 性 生 殖 腺	0.25	6

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	新生児	490	8	380	9
	1 才	200	8	160	9
	5 才	120	8	90	9
	10 才	80	8	70	9
	15 才	50	8	40	9
	成 人	40	8	30	9
脾 臓	新生児	490	8		
	1 才	200	8		
	5 才	120	8		
	10 才	80	8		
	15 才	50	8		
	成 人	40	8		

## その他の投与法

## 膝関節内浸出液の治療

代表値：10 mCi 以下 表面積約140  $\text{cm}^2$  (文献10, 11, 12)。

1 cm<sup>2</sup> にわたって沈着した1  $\mu$ Ci あたり, 深さ1 mm における線量70rad } 文献13より推定。  
 1 cm<sup>2</sup> にわたって沈着した1  $\mu$ Ci あたり, 深さ2 mm における線量0.7rad }

### 腹腔および胸腔内浸出液の治療

代表値: 250 mCi 以下

Walton および Sinclair, 1952, による線量評価 (文献13) 参照。

たとえば腹腔 10,000 cm<sup>2</sup> のとき

注 入 量 (ml)	100 mCi から腔壁 のうける平均線量 (rad)
100	6,900
300	5,500
500	4,620
1,000	3,260

### 内リンパ注射

代表値: 60 mCi 以下 (文献14)

### 文 献

- Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
- Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
- Vennart, J.: PIRC 180 (a) of Medical Research Council, U. K. 文献からの抜粋。
- Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 413.
- Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 441.
- McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
- M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
- Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.

9. Ball, F. and Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde* 1967, 115, 581.
10. Ansell, B. M., Crook, A., Mallard, J. R. and Bywaters, E. G. L.: *Ann. rheum. Dis.* 1963, 22, 435.
11. Makin, M. and Robin, G. C.: *J. Am. med. Ass.* 1964, 188, 725.
12. Virkhunen, M., Krusius, F. F. and Heiskanen, T.: *Acta rheum. scand.* 1967, 13, 81.
13. Walton, R. J. and Sinclair, W. K.: *Br. med. Bull.* 1952, 8, 165.
14. Jantet, G. H.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 692.

ビスマス-206

 $^{206}\text{Bi}$ 

## 皮 下

(a)  $^{206}\text{Bi}$  標識タンパク, または(b)  $^{206}\text{Bi}$  クエン酸錯塩

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎臓: (a)および(b)	56	1
リンパ節: (a)	20—300	1
(b)	0.3—4.5	1

## 静 脈 内

代表値 300  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎 臓	83	2

## 文 献

1. Matthews, C. M. E.: *Clin. Sci.* 1962, 22, 209.
2. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
3. Coengracht, J. M. and Dorleyn, M.: *J. belge. Radiol.* 1961, 44, 485.
4. Mundinger, F.: *Acta Neurochir. (Wien)* 1959, Supplement 6, 140.
5. Mundinger, F.: *Nucl.-Med. (Stuttg.)* 1959, I, 2.

臭素-82

82Br

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全身平均	2.5	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全身平均	1.6	2
	2.5	3

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
3. Vennart, J.: PIRC 180 (a) of Medical Research Council, U. K. 文献からの抜粋。

炭素-11 一酸化物

11C

溶液中の一酸化物としての<sup>11</sup>Cの静脈内注射代表値：30  $\mu$ Ci/赤血球量および血液量の検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
母体の全身平均	0.01	1
胎児の全身平均	0.0077	1
胎児の血液	0.024	1
胎 盤	0.055	1

## 吸 入

一呼吸 5 mCi を20秒間保持した場合

器 官	mrاد	文 献
肺 (肺 炎)	128	2
血 液	211	2
脾 臓	109	2
生 殖 腺	61	2

## 炭素-11 二酸化物

## 吸 入

一呼吸 5 mCi を20秒間保持した場合

器 官	mrاد	文 献
肺 (肺 炎)	220	2
血 液	415	2
脾 臓	213	2
生 殖 腺	121	2

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Dollery, C. T., Fowler, J. F., Hugh Jones, P., Matthews, C. M. E. and West, J. B.: *Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung*, 1963. Verlag von Urban und Schwarzenberg, München.
3. Fowle, A. S. E., Matthews, C. M. E. and Campbell, E. J. M.: *Clin. Sci.* 1964, 27, 51.

## 炭素-14 二酸化物

14C

## 経口および静脈内

溶液中の<sup>14</sup>C二酸化物として投与

器 官	mrاد/ $\mu$ Ci	文 献
脂 肪	6.3	1

文 献

1. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.

炭素-14 セロトニン

静 脈 内

血小板生存率

代表値：4  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
血 液	4	1

文 献

1. Ellis, R. E.: 未発表の計算。
2. Leeper, S. W., Brown, H., Davis, V. E., Alfrey, C. P., Kahil, M. E. and Simons, E. L.: *J. clin. Invest.* 1964, 43, 1296.

カルシウム-45

<sup>45</sup>Ca

経 口

代表値：1—5  $\mu$ Ci/検査 (通常は骨の疾病または悪性腫瘍の患者に投与される。)

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
骨	79	1

静 脈 内

代表値：1—5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
骨	130	1
	70	2
	58	3
生 殖 腺	0.18	3



## その他のデータ

正常人における胃腸管より血液への移行の割合=60% (文献4)。  
 大量のカルシウムを投与した場合の、胃腸管より血液への移行割合の代表値=30%。  
 病因性吸収不良がある場合の、胃腸管より血液への移行割合の代表値=15%。

## 文 献

$^{47}\text{Ca}+^{47}\text{Sc}$  の部を参照。

カルシウム-47+スカンジウム-47

$^{47}\text{Ca}+^{47}\text{Sc}$

## 経 口

代表値：20  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	19*	1

\*  $^{47}\text{Ca}\sim 95\%$ .  $^{45}\text{Ca}\sim 5\%$ .

## 静 脈 内

代表値：5  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	31	1
	17	3
	30	5
参考： $^{47}\text{Ca}\sim 95\%+^{45}\text{Ca}\sim 5\%$ のとき 19 mrad/ $\mu\text{Ci}$		6
生 殖 腺	3.1	3
参考： $^{47}\text{Ca}\sim 95\%+^{45}\text{Ca}\sim 5\%$ のとき 2.9 mrad/ $\mu\text{Ci}$		6

## その他のデータ

正常人における胃腸管より血液への移行の割合=60% (文献4)。  
 大量のカルシウムを投与した場合の、胃腸管より血液への移行割合の代表値=30%。  
 病因性吸収不良がある場合の、胃腸管より血液への移行割合の代表値=15%。

最初から存在する 2—5% の  $^{45}\text{Ca}$  に対する補正を計算に含めなければならない。この割合は溶液の保管により増加する。

### 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
3. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
4. ICRP Publication 2: *Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation* (1959). Pergamon Press, London (1960).
5. Blau, M., Laor, Y. and Bender, M. A.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg, August 1968 (1969).
6. McEwan, A. C.: 私信。
7. Avioli, L. V., McDonald, J. E., Singer, R. A. and Henneman, P. H.: *J. clin. Invest.* 1965, 44, 128.
8. Caniggia, A., Gennari, C. and Cesari, L.: *Br. med. J.* 1965, 1, 427.
9. Kaye, M. and Silverman, M.: *J. Lab. clin. Med.* 1965, 66, 535.

塩素-36 (過塩素酸イオンとして)

$^{36}\text{Cl}$

### 経 口

代表値: 15  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
甲 状 腺	24	1
全 身 平 均	0.2	1

$T_{\text{eff}} = 6 \text{ h}$

甲状腺摂取率10%

### 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

## 塩素-38 (過塩素酸イオンとして)

 $^{38}\text{Cl}$ 

## 静脈内

代表値：60  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	0.15	1

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

## コバルト-56 ビタミンB12

 $^{56}\text{Co}$ 

この放射性薬剤は、現在はふつう用いられていない。

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	1,400	1

## 文 献

1. Reizenstein, P.: *Nord. Med.* 1961, 66, 1618.

## コバルト-57 ビタミンB12

 $^{57}\text{Co}$ 

## 経 口

代表値：1  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	126	1

肝臓摂取率60%  $T_{\text{eff}}=156 \text{ d}$

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	1,500	2
	1 才	680	2
	5 才	410	2
	10 才	280	2
	15 才	210	2
	成 人	160	2

Schilling 試験

未標識ビタミン0.5—1 mg を非経口的に注入後

代表値：0.5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	160	3
男 性 生 殖 腺	0.78	3
女 性 生 殖 腺	2.1	3

静 脈 内

糸球体濾過率

肝臓のブロック剤として5 mg の B12 を投与後

代表値：2  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.3	1
膀 胱	1.5	1
肝 臓	1.3	1
	1.2	4

90%が24 h後に消失する ( $T_{\text{eff}}=4-6$  h)。

10%が  $T_{\text{eff}}=10$  d で停滞する。

## その他のデータ

## ビタミンB12の投与量と肝臓摂取率との関係

B12の投与量	肝臓によるB12 の摂取率	文 献
50 $\mu\text{g}$	3 %	5
50 $\mu\text{g}$	1.7%	6
250 $\mu\text{g}$	0.7%	6

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.
3. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
4. Slapak, M. and Hume, D. M.: *Lancet* 1965, I, 1095.
5. Glass, G. B. J., Boyd, L. J. and Stephanson, L.: *Science* 1954, 120, 74.
6. Gaffney, G. W., Watkin, D. M. and Chow, B. F.: *J. Lab. clin. Med.* 1959, 53, 525.
7. Mollin, D. L.: *Br. med. Bull.* 1959, 15, 8.
8. Hall, C. A.: *Am. J. clin. Nutr.* 1964, 14, 156.
9. Nelp, W. B., Wagner, H. N., Jr. and Reba, R. C.: *J. Lab. clin. Med.* 1964, 63, 480.

## コバルト-58 ビタミンB12

<sup>58</sup>Co

## 経 口

代表値: 1  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	230*	1
	200	2
全 身 平 均	17	1

\* 60%が吸収される。

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	2,300	3
	1 才	1,200	3
	5 才	760	3
	10 才	540	3
	15 才	420	3
	成 人	330	3

Schilling 試験

未標識ビタミン0.5—1 mg を非経口的に注入後

代表値：0.5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	210	4
男性生殖腺	2.6	4
女性生殖腺	8.3	4

文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Reizenstein, P.: *Nord. Med.* 1961, 66, 1618.
3. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.
4. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
5. Reizenstein, P., Ek, G. and Matthews, C. M. E.: *Phys. Med. Biol.* 1966, 11, 295.
6. Mollin, D. L.: *Br. med. Bull.* 1959, 15, 8.

## コバルト-60 ビタミンB12

<sup>60</sup>Co

この放射性薬剤は、現在はふつう用いられていない。

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	8,100	1
	6,300	2
	3,000	3
男性生殖腺	81	1
女性生殖腺	214	1

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	30,000	4
	1 才	15,000	4
	5 才	10,000	4
	10 才	6,900	4
	15 才	5,300	4
	成 人	4,200	4

## 文 献

1. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
2. Vennart, J.: PIRC 180 (a) of Medical Research Council, U. K. 文献からの抜粋。
3. Reizenstein, P.: *Nord. Med.* 1961, 66, 1618.
4. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.

<sup>58</sup>Co および <sup>57</sup>Co の部も参照。

## クロム-51

 $^{51}\text{Cr}$ 

## 経 口

## 胃スキャン

代表値：200  $\mu\text{Ci}$ /検査，クロム酸ナトリウムとして

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腸	~5	1

糞便マーカーとしての酸化第二クロム。代表値：10  $\mu\text{Ci}$ /検査。大腸下部（通常的空虚状態）7 mrad/ $\mu\text{Ci}$ （文献2，3）。

ある病的状態では長時間の空虚状態がおり，その場合には上述の推定値の3倍の線量になる。

## 皮 内 注 射

代表値：10  $\mu\text{Ci}$ /検査

放射能は1 cm の球体内に局在すると仮定されている（文献4）。

この球体に対する平均線量=2.6 mrad/ $\mu\text{Ci}$ 。

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
$\text{Cr Cl}_3$ として： 腎 臓	0.56	5
$\text{Na}_2\text{Cr O}_4$ として： 血 液	2.1	5

## クロム-51 EDTA

## 静 脈 内

## 糸球体濾過率

代表値：35  $\mu\text{Ci}$ /検査（文献6，7）



## 静 注

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.14	7

## クロム-51 人血清アルブミン

代表値：50  $\mu$ Ci/検査 (文献 8)

経 口

静 脈 内

代表値：10  $\mu$ Ci/検査 (文献 8)

## クロム-51 標識赤血球

*in vitro* で標識された赤血球

*in vitro* で標識された血小板

*in vitro* で標識された血液

静 脈 内

代表値：50—100  $\mu$ Ci/検査

代表値：25  $\mu$ Ci/検査

代表値：25  $\mu$ Ci/検査

## 赤血球生存率および血液量

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	20	9
	70	4
血 液	1.4	10
	2.1	5
	2.4	9
肝 臓	1.8	11
生 殖 腺	0.22	10
全 身 平 均	0.25	9

脾臓摂取率75%のとき  $T_{\text{biol}}=23\frac{1}{2}$  d (文献 4)

脾臓摂取率50%のとき  $T_{\text{biol}}=33$  d (文献 4)

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	新 生 児	490	12	600	13
	1 才	160	12	160	13
	5 才	100	12	100	13
	10 才	50	12	60	13
	15 才	40	12	40	13
	成 人	40	12	40	13
全身平均	4 カ 月	1.8	14		
	1才2カ月	1.7	14		
	5 才	1.2	14		
	6 才	1.2	14		

胎盤の局在

代表値：20  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
母体の全身平均線量	0.6	15
	1.0	16
胎児の全身平均線量	0.1	15
	0.2	16

髄 腔 内

代表値：50  $\mu$ Ci/検査

容積は150 ccとしてあるが、患者によってはもっと少ないことがありうる。

(<sup>131</sup>I の文献参照)

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腔 壁 細 胞	150	4

## クロム-51 熱変性赤血球

## 静 脈 内

脾スキャン

代表値：300  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	20	17
	50	10
	10	16
全身平均	0.36	16
男性生殖腺	0.1	16
	0.30	10
女性生殖腺	0.2	16
	0.076	10

## クロム-51 ポリスチレン球

## 吸 入

肺クリアランス検査のため、5  $\mu\text{m}$  のポリスチレン球に含ませた  $^{51}\text{Cr}$  標識アセチルアセトン

肺負荷量の代表値：1  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$ 肺負荷量	文 献
肺	10	18

## 文 献

1. Griffith, G. H., Owen, G. M., Kirkman, S. and Shields, R.: *Lancet* 1966, **I**, 1244.
2. Whitby, L. G. and Lang, D.: *J. clin. Invest.* 1960, **39**, 854.
3. Pearson, J. D.: *Int. J. appl. Radiat.* 1966, **17**, 13.
4. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
5. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
6. Sheep, G. F. R., Stacey, B. D. and Thorburn, G. D.: *Science* 1966, **152**, 1076.

7. Garnett, E. S., Parsons, V. and Veall, N.: *Lancet* 1967, **I**, 818.
8. Waldmann, T. A.: *Lancet* 1961, **II**, 121.
9. King, R. and Sharpe, A. R.: *Postgrad. Med.*, September 1963, **34**, A47.
10. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
11. Ellis, R. E.: 未発表の計算。
12. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, **271**, 84.
13. Ball, F., Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde* 1967, **115**, 581.
14. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.
15. Paul, J. D.: *Am. J. Obstet. and Gynec.* 1962, **21**, 33.
16. Borner, W.: *Radiologe* 1966, **6**, 323.
17. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 481.
18. Booker, D. V., Chamberlain, A. C., Rundo, J., Muir, D. C. F. and Thomson, M. L.: *Nature*, 1967, **215**, 30.
19. Mollison, P. L. and Veall, N.: *Br. J. Haemat.* 1955, **I**, 62.
20. Rootwelt, K.: *Scand. J. clin. Lab. Invest.* 1966, **18**, 405.
21. Van Tongeren, J. H. and Major, C. L.: *Clin. chim. Acta* 1966, **14**, 31.
22. Jandl, J. H., Greenberg, M. S., Yonemoto, R. H. and Castle, W. B.: *J. clin. Invest.* 1956, **35**, 842.

## セシウム-129

129Cs

## 静脈内

## 心スキャン

代表値：3 mCi

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	0.77*	1
腎 臓	2.2†	1
全 身 平 均	0.23	1

\* 摂取率 7%

† 摂取率 14.5%

摂取率が最大になるまで2 h (文献2)。

## 文 献

1. M. R. C. に寄せられた未発表の計算。
2. Carr, E. A., Jr., Gleason, G., Shaw, J. and Krontz, B.: *Am. Heart J.* 1964, 68, 627.

## セシウム-130

130Cs

## 静脈内

## 心スキャン

代表値：10 mCi

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.3	1
肝 臓	0.04	1

## 文 献

1. M. R. C. に寄せられた未発表の計算。

## セシウム-131

 $^{131}\text{Cs}$ 

## 静脈内

代表値：1.25 mCi/検査

器 官	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	0.64	1
全 身 平 均	0.28	1

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Carr, E. A., Walker, B. J. and Bartlett, J., Jr.: *J. clin. Invest.* 1963, 42, 922.

## セシウム-134m

 $^{134\text{m}}\text{Cs}$ 

## 静脈内

代表値：10 mCi/検査

器 官	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	0.25	1

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

## 銅-64

 $^{64}\text{Cu}$ 

## 経 口

器 官	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	0.7	1

## 静 脈 内

## ウィルソン氏病

代表値：500  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	2.5*	2
肝 臓	3.5*	2
	1.6	3 (a, b および c)

\* 30 h 後には50%が肝臓、排泄物および細胞外スペースに存在する。  
残りはおそらく腎臓内にある。

## 銅-64 EDTA

## 静 脈 内

細胞内集積をみるための脳スキャン

代表値：2 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	2.5	2

## 銅-64 DTPA

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	0.15	4
肝 臓	1.6	4

## 文 献

- Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
- M. R. C. に寄せられた未発表の計算。
- Osborn, S. B. and Walshe, J. M.:
  - Clin. Sci.* 1964, 27, 319;
  - Clin. Sci.* 1965, 29, 575; および

(c) *Lancet* 1967, I, 346.

4. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 371.

銅-67

<sup>67</sup>Cu

## 静脈内

代表値：250  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	6.4	1
肝 臓	16.8	1

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

フッ素-18 ホウフッ化カリウム

<sup>18</sup>F

## 静脈内

代表値：8 mCi KB<sup>18</sup>F<sub>4</sub>, 胃の摂取を止めるため, 500 mg の過塩素酸塩を加える。

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
胃	0.57	1
女性生殖腺	0.07	1
男性生殖腺	0.06	1
骨 と 歯	0.6*	1
骨	0.23	1
	0.2	2
全身平均	0.07	1
膀胱	2.5—5.0	1

\* また, NaHCO<sub>3</sub> 溶液の場合には 0.34 mrad/ $\mu$ Ci。



## 文 献

1. M. R. C. に寄せられた未発表の計算。
2. Blau, M., Laor, Y. and Bender, M. A.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg, August 1968 (1969).
3. Ronai, P., Winchell, H. S. and Anger, H. O.: *J. nucl. Med.* 1968, 9, 517.
4. French, R. J. and McCready, V. R.: *Br. J. Radiol.* 1967, 40, 655.
5. Nusynowitz, L., Feldman, H. and Maier, J. G.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 473.

鉄-55

<sup>55</sup>Fe

## 経 口

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	2.5	1

## 静 脈 内

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	25	1
血液および心臓	4.9	2

報告されている分布は、肝臓に10%、骨髄に15%で、 $T_{eff}=2d$ である。しかし、肝臓内の不均一分布はホットスポットを生じ、平均肝臓線量の100倍をそこに与えることがある。

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
3. Saylor, L. and Finch, C. A.: *Am. J. Physiol.* 1953, 172, 372.
4. Pirzo-Biroli, G. and Finch, C. A.: *J. Lab. clin. Med.* 1960, 55, 216.

## 鉄-59

 $^{59}\text{Fe}$ 

クエン酸第二鉄，塩化第二鉄およびアスコルビン酸第一鉄が使用される。

代表値：5  $\mu\text{Ci}$ /検査

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	14	1, 2

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身	4 才	49	3
	5 才	70	
	6 才	78	
	15 才	32	

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	140	1, 2
血 液	97	4
組織平均(生殖腺線量の推定値)	22	4

## 鉄-59 EDTA

5  $\mu\text{Ci}$  フェリオキサミン検査。

大部分は48 hに尿中へ排泄される(文献1)。

## 文 献

- Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
- Vennart, J.: PIRC 180 (a) of Medical Research Council, U. K. 文献からの抜粋。
- Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.

4. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.

5. Fielding, J.: *J. clin. Path.* 1965, 18, 88.

<sup>55</sup>Fe の部も参照。

### トリチウム-3 HTO

<sup>3</sup>H

#### 経 口

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	0.11	1
体組織 (43 kg)	0.2	2

$T_{eff} = 12$  d

#### 静 脈 内

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	0.11	1
体組織 (43 kg)	0.2	2

#### 文 献

1. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.

2. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.

## 水銀-197 クロルメロドリン

197Hg

## 静 脈 内

## 脳および腎スキャン

脳スキャンの代表値：0.5—1 mCi/検査；腎スキャンの代表値：50—150  $\mu$ Ci/検査  
 内部転換X線を考慮していないために、線量推定値には大きな開きがある。これらの以前の推定値はつぎのとおり。

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	5.4	1
	10	2
	5	3
	2*	4
全 身 平 均	0.01	1

\* ブロック剤使用。

これらの値はおそらく過小で、つぎに示す値とおきかえるべきである：

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	34*	5
	19	6

\* ブロック剤なし。

脳スキャンのあいだ腎臓のブロック剤として非放射性クロルメロドリンを使用すると、腎臓の線量はブロック剤なしの場合の $\frac{1}{2}$ または $\frac{1}{3}$ になる。

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
男性生殖腺	0.011	6
女性生殖腺	0.026	6
卵 巢 組 織	0.006	7
卵胞（および発 育中の卵子）	0.140	7

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	新 生 児	170	8
	1 才	50	8
	5 才	30	8
	10 才	20	8
	15 才	16	8
	成 人	8	8
腎 臓	3 才	68	9
	12 才	39	9

その他のデータ

腎皮質中の濃度

おそらく平均腎臓線量の2倍

90%腎臓摂取率,  $T_{\text{eff}}=0.8 \text{ d}$

10%腎臓摂取率,  $T_{\text{eff}}=28 \text{ d}$

$^{203}\text{Hg}$  による  $^{197}\text{Hg}$  の汚染

$^{203}\text{Hg}$ による $^{197}\text{Hg}$ の汚染 %	全 腎 線 量 mrad/ $\mu$ Ci	文 献
0	3.5	10
1	3.8	10
2	4.2	10
5	5.2	10
10	6.8	10
100	37.0	10

## 水銀-197 BMHP (1プロモ水銀 2ヒドロキシプロパン)

## 静脈中

## 脾スキャン

代表値: 150—300  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎 臓	20—23	10, 11, 12
	36—70	13

脾臓  $T_{\text{eff}} = 6 \text{ h}$ 腎臓  $T_{\text{eff}} = 35 \text{ d}$ 

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
腎 臓	新 生 児	400	8
	1 才	140	8
	5 才	90	8
	10 才	50	8
	15 才	40	8
	成 人	30	8

## 文 献

1. King, R. and Sharpe, A. R.: *Postgrad. Med.*, September 1963, 34, A 47.
2. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 467.
3. Smith, E. M.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 240.
4. Croll, M. N., Brady, L. W. and Hand, B. M.: *Radiology* 1962, 78, 635.
5. Pavel, D. and Iionita-Teodorascu, L.: *Oncol. Radiol.* 1967, 6, 349.
6. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
7. Johnstone, G. S., Cruse, J. R., McIlroy, W. and Kyle, R. W.: *J. nucl. Med.* 1968, 9, 198.
8. Ball, F. and Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde* 1967, 115 Band, 581.
9. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium

on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.

10. Radiochemical Centre, Amersham, Buckinghamshire, U.K.: *Technical Bulletins* 67/17 and 67/18 (1967).
11. Kuba, J., Knoll, P., Husak, V., Charamza, O., Wiedermann, M. and Kre, I.: *Z. ges. inn. Med.* 1965, 20, 431.
12. Wagner, H. N. and Bardfield, P. A.: *J. Am. med. Ass.* 1967, 199, 202.
13. Borner, W.: *Radiologie* 1966, 6, 323.
14. Smith, E. M.: *Nucleonics* 1966, I, 33.

### 水銀-203 クロルメロドリン

<sup>203</sup>Hg

#### 静 脈 内

#### 脳および腎スキャン

通常<sup>197</sup>Hg が代わりに使用される。

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	86	1
	32	2
	143 (ブロック剤なし)	3
	48 (ブロック剤使用)	3
	57 (ブロック剤なし)	3
	19 (ブロック剤使用)	3
	150	4
	76	5
	37	6
全 身 平 均	0.01	1

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	新 生 児	2,480	7
	1 才	800	7
	5 才	500	7
	10 才	310	7
	15 才	230	7
	成 人	200	7

水銀-203 BMHP (1プロモ水銀 2ヒドロキシプロパン)

静 脈 内

脾スキャン

通常 $^{197}\text{Hg}$  が代わりに使用される。

代表値：100  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	760	8

文 献

1. King, R. and Sharpe, A. R.: *Postgrad. Med.*, September 1963, 34, A 47.
2. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963). p. 271.
3. 文献 2, p. 267, 275, 465, および 503.
4. Smith, E. M.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 240.
5. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
6. Radiochemical Centre, Amersham, Buckinghamshire, U. K.: *Technical Bulletin* 67/17 and 67/18 (1967).
7. Ball, F. and Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde* 1967, 115, 581.
8. Borner, W.: *Radiologe* 1966, 6, 323.



## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	20	1
	16	2
全 身	0.07	1

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci 純粋の $^{123}\text{I}$	mrad/ $\mu$ Ci 5%の $^{124}\text{I}$ を含むもの	文 献
甲 状 腺	新生児	280	960	3
	1 才	190	660	3
	5 才	90	320	3
	10 才	54	190	3
	15 才	39	140	3
	成 人	28	110	3

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
2. Goolden, A. W. G. *et al.*: *Br. J. Radiol.* 1968. 41, 20.
3. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	1,200	1
全 身 平 均	14.2	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	1,100	2

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
2. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.

## ヨウ素-125

125 I

## 経 口

## 甲状腺機能

代表値: 5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	1,200	1
全 身 平 均	1.7—3.8	1

年令に関連した線量の相対値については<sup>131</sup>Iの部を参照。

## ヨウ素-125 標識ヒップラン

## 静 脈 内

## 腎機能

代表値: 10  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.04	2
生殖腺 (男性)	0.003	2
(女性)	0.006	2
胎児全身平均 ( $\gamma$ 線による)	0.002	2

## ヨウ素-125 標識 HSA (人血清アルブミン)

## 静 脈 内

## 血液量

代表値：5  $\mu\text{Ci}$ /検査—甲状腺をブロック

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
血 液	5	3
	1.2	2
全 身 平 均	2.8	1
生 殖 腺	0.62	2

## 胎盤の局在

代表値：5  $\mu\text{Ci}$   $^{125}\text{I}$  HSA/検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
胎児全身平均 ( $\gamma$ 線による)	0.33/ $\mu\text{Ci}$ 母体に投与	2

## ヨウ素-125 標識 PVP (ポリビニルピロリドン)

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	41	2
生殖腺 (男性)	0.029	2
(女性)	0.099	2

## ヨウ素-125 標識ローズベンガル

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	0.81	2
生殖腺 (男性)	0.001	2
(女性)	0.024	2

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
2. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
3. Ellis, R. E.: 未発表の計算。

## ヨウ素-126

126 I

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	2,300	1
全 身 平 均	0.9—5.5	1

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.

## ヨウ素-130

130 I

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	70	1
	186*	2
全 身 平 均	0.26—0.85	1

\* 20 g の甲状腺に20%摂取, 生物学的半減期138 d (文献3)。

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
2. Pfannenstiel, P., Sitterson, B. W. and Andrews, G. A.: *J. nucl. Med.* 1968, 9, 90.
3. ICRP Publication 2: *Report of Committee II on Permissible Dose for Internal*

*Radiation* (1959). Pergamon Press, London (1960).

ヨウ素-131 (ヨウ化物)

131 I

経 口

甲状腺摂取率

代表値：5  $\mu$ Ci

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	1,200*	1
	1,300	2
	1,800	3
	2,100	4
副 甲 状 腺	330	5
膀 胱	2	5
	6.6	6
腎 臓	10	5
	胃	20
唾 液 腺	50	5
授乳期の乳房	20	5
血 液	2.5	5
筋肉および骨	<2.5	5
睪 丸	<2.5	5
卵 巢	<1.5	5
	0.3	6
脳 下 垂 体	10	5
肝 臓	10	5
全 身	0.6—3.6	3
	0.4	6

\* 甲状腺重量 25 g, 摂取率30%, ホルモン遊出率 6.7 d を考慮。

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	新生児	21,000	4	32,000	2
	1 才	14,400	4	10,000	2
	5 才	6,900	4	4,300	2
	10 才	4,000	4	3,100	2
	15 才	2,900	4	1,700	2
	成 人	2,100	4	1,300	2

年齢に関連した線量相対値 (ヨウ素-125, 131および132について)

文献7 (文献8より導かれたもの)

年 令	甲 状 腺	全 身	生 殖 腺
成 人	1.0	1.0	1.0
15 才	1.3	1.2	
10 才	2.3	1.8	
5 才	3.3	2.8	
1 才	7.8	4.5	15
新 生 児	23.0	23.0	

甲状腺をブロックせず母体に投与したときの胎児甲状腺線量。

胎児甲状腺 0—840 mrad/ $\mu$ Ci 母体に投与 (文献9)。

静 脈 内

代表値：5  $\mu$ Ci 甲状腺摂取率検査の場合

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	1,900	10

ヨウ素-131 コログラフィン

静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
血液, 肝臓, 胆嚢	0.7	11

## ヨウ素-131 ダイオドラスト

## 静 脈 内

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	1.3	7

## ヨウ素-131 ヒップラン

## 静 脈 内

## 腎スキャン

代表値：10  $\mu$ Ci

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.4	12
腎 臓	0.3	1
腎 臓 (高血圧患者)	10	12
生殖腺 (男性)	0.016	1
(女性)	0.030	1
胎 児 全 身 ( $\gamma$ 線による)	0.003	1

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	新 生 児	10	2
	1 才	4	2
	5 才	3	2
	10 才	2	2
	15 才	1	2
	成 人	1	2

## ヨウ素-131 人血清アルブミン

## 静 脈 内

## 血液量

代表値：5  $\mu\text{Ci}$ /検査，甲状腺をブロック

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
血 液	7—28 6.4	13 1
全 身	2 1.5	13 14
生 殖 腺	1.7	1

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身	新 生 児	30	15
	1 才	10	15
	2 才	12.3	4
	5 才	7	15
	10 才	4	15
	15 才	3	15
	成 人	2	15

## 胎盤の局在

代表値：5  $\mu\text{Ci}$ ，甲状腺をブロックせず

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
胎児の甲状腺	1,000/ $\mu\text{Ci}$	16
胎児の全身 (平均の $\gamma$ 線量)	母体に投与 0.7/ $\mu\text{Ci}$ 母体に投与	1

## 髄 腔 内

代表値：100  $\mu\text{Ci}$ /検査，成人

最小体積を 30 ml, HSA クリアランスの最大  $T_{1/2}=240$  h とすれば，脊髄表層の平均線量  
=2,000 mrad/ $\mu\text{Ci}$ 。



体積を 100 ml, HSA クリアランスの平均  $T_{1/2}=4-5$  h とすれば, 脊髄表層の平均線量 = 15 mrad/ $\mu$ Ci (文献17)。

### 吸 入

代表値: 2 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	2.1	18

### ヨウ素-131 熱変性人血清アルブミン

#### 静 脈 内

肺および肝スキャン

代表値: 300  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	1	19
	6	20
	5	18
肝 臓	0.3	19
全 身	0.3	18

#### 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	5	15
	1 才	2	15
	5 才	1	15
	10 才	1	15
	15 才	<1	15
	成 人	<1	15

## ヨウ素-131 ポリビニルピロリドン (PVP)

## 静 脈 内

## 脳スキャン

代表値：500  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	50	21
	36	1
生殖腺 (男性)	0.20	1
	(女性)	0.38

## ヨウ素-131 ローゼベンガル

## 静 脈 内

## 肝スキャン

代表値：200  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓*	1.1	7
	1—2	22
	2.5	23
	5	1
生殖腺 (男性)	0.032	1
	(女性)	0.173

\* 注：肝硬変または閉塞性黄疸の患者では、排泄がないため肝臓の線量はもっと高くなることもある。

上限値：87 mrad/ $\mu\text{Ci}$

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	10	15
	1 才	4	15
	4 才	2.6	4
	5 才	1.9	4
		2	15
	10 才	1	15
	13 才	0.8	4
	15 才	1	15
	成 人	1	15

ヨウ素-131 トリオレイン

経 口

器 官	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
体 脂 肪	13	7

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身	3 カ 月	7.2	4
	2 才	2.5	4

リンパ内

リポドール液中のトリオレイン

器 官	mr $\mu$ rad/ $\mu$ Ci	文 献
肺*	10	24
リンパ節	750	24

\* 肺摂取率=26% (測定範囲 7%—38%)

文 献

1. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory,

Christchurch, New Zealand.

2. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.
3. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
4. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.
5. Myant, N. B.: *Minerva nucl.* 1964, 8, 208.
6. Ellett, W. H.: 1969 Oregon State University (私信).
7. Ellis, R. E.: 未発表の計算。
8. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G., Saenger, E. L. and Myers, D. H.: *Radiology* 1964, 82, 486.
9. Aboul-Khair, S. A., Buchanan, T. J., Crooks, J. and Turnbull, A. C.: *Clin. Sci.* 1966, 31, 415.
10. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
11. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963), p. 451.
12. Laakso, L., Rekonen, A. and Holspainen, T.: *Scand. J. clin. Lab. Invest.* 1965, 17, 395.
13. Harper, P. V., Siemens, W. D., Lathrop, K. A. and Endlich, H.: *J. nucl. Med.* 1963, 4, 277.
14. King, R. and Sharpe, A. R.: *Postgrad. Med.*, September 1963, 34, A 47.
15. Ball, F. and Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde*, 1967, 115, 581.
16. Hibbard, B. M. and Herbert, R. J. T.: *Clin. Sci.* 1960, 19, 337.
17. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
18. Pircher, F. J.: IAEA Symposium Medical Radioisotope Scintigraphy, Salzburg, 1968.
19. Torrance, H. B., Iskister, W. H. and Mitchell, G.: *Br. J. Surg.* 1965, 52, 813.
20. Furth, E. D., Okinaka, A. J., Fucht, E. F. and Becker, D. V.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 506.
21. Tothill, P.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 582.
22. 文献11, p. 274.
23. 文献11, p. 441.
24. Owen, G. M., Crosby, D. L. and Jones-Williams, W.: *Proc. roy. Soc. Med.*

1969, 62, 545.

ヨウ素-132

132 I

## 経 口

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	20	1
全 身 平 均	0.08—0.2	1

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	新 生 児	1.200	2
	1 才	400	2
	5 才	170	2
	10 才	120	2
	15 才	70	2
	成 人	30	2

年齢に関連した線量相対値については<sup>131</sup>Iの部も参照

## 胎児の甲状腺

ブロックなしで母体に投与した場合の線量

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
胎児の甲状腺	0—70 mrads/ $\mu$ Ci 母体に投与	3

## 静 脈 内

## 胎盤の局在

代表値：5  $\mu$ Ci <sup>132</sup>I HSA, ブロックなし

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
胎児の甲状腺	2.6 mrads/ $\mu$ Ci 母体に投与	4

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.
2. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.
3. Aboul-Khair, S. A., Buchanan, T. J., Crooks, J. and Turnbull, A. C.: *Clin. Sci.* 1966, 31, 415.
4. Hibbard, B. M. and Herbert, R. J. T.: *Clin. Sci.* 1960, 19, 337.

ヨウ素-133

133<sub>I</sub>

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
甲 状 腺	430	1
全 身 平 均	0.7	1

## 文 献

1. Evans, K.: M. Sc. Thesis, University of London, 1965.

インジウム-113m クエン酸錯塩

113m<sub>In</sub>

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	0.55	1
	0.38	2
脾 臓	0.16	2

インジウム-113m DTPA 錯塩

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
血 液	0.005	2
全 身 平 均	0.006	2

文献 3 も参照。

## インジウム-113m 水酸化第二鉄コロイド

113mIn

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	0.0095	4
血 液	0.014	4
肝 臓	0.45	4
脾 臓	0.082	4
骨 髄	0.018	4

コロイドの製法 (文献5)。

## インジウム-113m 水酸化第二鉄マクロ粒子

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	0.75	6, 7
	0.58	2

## 文 献

1. Goodwin, D. A., Stern, H. S., Wagner, H. N., Jr. and Kramer, H. H.: *Nucleonics* 1966, 24, xi, 65.
2. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
3. Stern, H. S., Goodwin, D. A., Scheffel, V., Wagner, H. N., Jr. and Kramer H. H.: *Nucleonics* 1967, 25, ii, 62.
4. French, R. J., Johnson, P. F. and Trott, N. G.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg, August 1968 (1969).
5. French, R. J.: *Br. J. Radiol.* 1969, 42, 68.
6. Kramer, H. H. and Stern, H. S.: *J. nucl. Med.* 1966, 7, 365.
7. Stern, H. S., Goodwin, D. A., Wagner, H. N., Jr. and Kramer, H. H.: *Nucleonics* 1966, 24, x, 57.

## カリウム-43

 $^{43}\text{K}$ 

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	1.1	1

## 文 献

1. Ellis, R. E.: 未発表の計算。

## クリプトン-79

 $^{79}\text{Kr}$ 

## 吸 入

## 脳血流

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肺	0.1	1

## 文 献

1. Sokolov, H.: 私信。

## クリプトン-81m

 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ 

## 吸 入

肺検査の代表値: 6 mCi/l, 2 min 呼吸  
 最大肺中葉線量 7 mrad/検査 (文献 1)  
 最大平均肺線量 4.4 mrad/検査 (文献 1)

## 文 献

1. M. R. C. に寄せられた未発表の計算。



## クリプトン-85

 $^{85}\text{Kr}$ 

## 食塩水に溶解して皮下注射

## 皮膚内の血流

皮膚の直径 2.5 cm の円形部分の皮下に分布する 0.1 ml 中に 10  $\mu\text{Ci}$ 。  
 接触する組織 6.3 rad/ $\mu\text{Ci}$  (半減期 3 h) [文献 1]。

## 食塩水に溶解して静脈内に注入

## (a) 連続点滴

心総血流量の測定に 250  $\mu\text{Ci}/\text{min}$  を 20 min

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
気 管	0.8	2

## (b) 一回静脈注射

心総血流量の測定に, 食塩水溶液数 ml 中 30  $\mu\text{Ci}$

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
血 液	0.1	1
気 管	0.03	1

## 吸 入

## 脳血流量

代表値: 0.1 mCi/l 空気, 14 min 呼吸

器 官	1 mCi/l を 1 min くりかえし呼吸 (mrad)	文 献
全 身 平 均	0.6	3
気 管 粘 膜	114	3
	114	4
肺	29	1

心内短絡の検査にも使用され, その場合おなじ濃度を 30 sec 呼吸。

$T_{\text{eff}} = 12 \text{ min}$

一回呼吸

代表値：10 mCi/検査

器 官	mrad/mCi 一呼吸	文 献
気 管 粘 膜	2.5	1

妊娠婦人の体脂肪の測定

代表値：20  $\mu$ Ci\*, 平衡が成立するまで閉鎖回路式スピロメーターでくりかえし呼吸。

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
脂 肪	0.014	1 および 5
水	0.0014	1 および 5

\* 平衡時には、母体内および胎児体内に 8  $\mu$ Ci が残留する。肥った人では 90 min, 痩せた人では 60 min で平衡に達する。

文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Rochester, D. F., Durand, J., Parker, J., Fritts, H. W. and Harvey, R. M.: *J. clin. Invest.* 1961, 40, 643.
3. Veall, N. and Vetter, H.: *Radioisotope Techniques in Clinical Research and Diagnosis.* Butterworth and Company, London (1958).
4. Sokolov, H.: 私信。
5. Hytten, F. E.: *Proc. Nutr. Soc.* 1964, XXI, 23.
6. Lassen, N. A. and Munck, O.: *Acta physiol. scand.* 1955, 33, 30.

## マグネシウム-28

28Mg

## 経 口

## 吸収率の検査

代表値：10  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
37 kg 筋肉プール	2.3	1
骨のホットスポット	1.8*	1

\* 注意：不均一分布係数 5 を含めるべきであると多くの研究者は考えている。計算には85%の吸収を仮定。

報告によれば、細胞核への摂取があるようである（文献1）。

## 静 脈 内

代表値：20  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
37 kg 筋肉プール	2.7	1
骨のホットスポット	2.1*	1

\* 注意：不均一分布係数 5 を含めるべきであると多くの研究者は考えている。

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. MacIntyre, I.: Magnesium metabolism, *Sci. Basis Med.* (1963).
3. Martin, H. E. and Bauer, F. K.: *Proc. roy. Soc. Med.* 1962, 55, 912.
4. Silver, L., Robertson, J. S. and Dahl, L. K.: *J. clin. Invest.* 1960, 39, 420.

( 70 )

モリブデン-99

<sup>99</sup>Mo

筋 肉 内

筋肉内の血流量

代表値 : 50  $\mu$ Ci

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
生 殖 腺	0.0008	1

静 脈 内

代表値 : 50  $\mu$ Ci モリブデン酸塩

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	50	2

文 献

1. Lassen, N. A., Lindbjerg, J. and Munck, O.: *Lancet* 1964, I, 686.
2. Sorensen, L. B. and Achanbault, M.: *J. Lab. clin. Med.* 1963, 62, 330.
3. Rosoff, B. and Spencer, H.: *Nature* 1964, 202, 410.

窒素-13

<sup>13</sup>N

食塩水に溶解して静脈内注入

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	0.023	1
生 殖 腺	0.00008-0.0007	1

## 吸 入

閉鎖回路中のN-13のくりかえし呼吸

1 mCi/l 1分間呼吸

器 官	1 mCi/l を 1 分 間呼吸したとき の全線量 mrad	文 献
肺	68	1
生 殖 腺	0.25—1	1
組 織	0.7	1

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

ナトリウム-22

<sup>22</sup>Na

## 経 口

交換可能な全ナトリウム量の測定

代表値：5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	19	1
	32	2
骨	120*	3

\* 5%が  $T_{\text{eff}}=450$  d で停滞するものと仮定。

## 静 脈 内

## 交換可能な全ナトリウム量と停滞時間の測定

代表値：5  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
骨	11*	4
全 身 平 均	17	5

\* 注：計算には， $^{22}\text{Na}$  の 1% が  $T_{\text{eff}} \sim 1 \text{ y}$  で骨中に停滞すると仮定した（文献 4）。それ以外の平均値は  $T_{\text{eff}} = 10 \text{ d}$  であるが，事故症例（火傷）では， $T_{\text{eff}}$  は 20 d に達する（文献 6）。

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Veall, N.: *Lancet* 1957, I, 653.
3. Veall, N.: *Lancet* 1955, I, 419.
4. Miller, H.: *Lancet* 1957, I, 734.
5. Veall, N. and Vetter, H.: *Radioisotope Techniques in Clinical Research and Diagnosis*. Butterworth and Co., London 1958.
6. McEwan, A. C.: 私信。

ナトリウム-24

 $^{24}\text{Na}$ 

## 経 口

## 交換可能な全ナトリウムの測定

代表値：20  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	1.7	1

## 静 脈 内

## 胎盤の局在

代表値：8  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$ 母体に投与	文 献
全身平均	2.0	2
胎児の全身平均	2.8	2
生殖腺	1.0	3

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Veall, N. and Vetter, H.: *Radioisotope Techniques in Clinical Research and Diagnosis.* Butterworth and Co., London (1958).
3. Lassen, N. A., Lindbjerg, J. and Munck, O.: *Lancet* 1964, I, 686.

## ニオブ-90

 $^{90}\text{Nb}$ 

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全身平均	1.7*	1
骨	3.5*	1
脾 臓	4.6*	1
腎 臓	5.2*	1
肝 臓	3.9*	1
骨 髄	5.4*	1

\* 5% Nb-92 + 1% Nb-95で汚染されている場合。

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

## 吸 入

## 二酸化炭素

代表値：1 l 中 5 mCi をそれぞれ1呼吸として，4呼吸以下

器 官	1 mCi/l の1呼吸 からうける全線量 (mrad)	文 献
肺	16	1
生 殖 腺	3.6	1

## 酸素

代表値：1呼吸で10 mCi

器 官	1 mCi/l の1呼吸 からうける全線量 (mrad)	文 献
肺	16.6	1
生 殖 腺	3.3	1

5 mCi/l のストックから1呼吸に数 mCi ずつ，8呼吸する代表的検査。

器 官	1 mCi/l の1呼吸 からうける全線量 (mrad)	文 献
肺	8.4	2
血 液	2.1	2
生 殖 腺	0.56	2

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Dyson, M. A., Hugh Jones, P., Newbery, G. R., Sinclair, J. D. and West, J. B.: *Br. med. J.* 1960, 1, 230.



リン-32

32P

## 経 口

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
骨	38	1

## 静 脈 内

代表値：100  $\mu$ Ci/検査

器 官	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	10	1
体 組 織	3.5	2
骨	50	1
	27	2
	20	3
辜 丸	17*	4

\* Mitchell (文献4) は、辜丸中の濃度を体内濃度の2倍と仮定している。

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrads/ $\mu$ Ci	文 献
骨および骨髄	新 生 児	550	5
	1 才	170	5
	5 才	100	5
	10 才	60	5
	15 才	40	5
	成 人	30	5
肝 臓	新 生 児	550	5
	1 才	170	5
	5 才	100	5
	10 才	60	5
	15 才	40	5
	成 人	30	5
脾 臓	新 生 児	550	5
	1 才	170	5
	5 才	100	5
	10 才	60	5
	15 才	40	5
	成 人	30	5

## リン-32 DFP (ジイソプロピルフルオロリン酸塩)

## 静 脈 内

DFP 標識血小板の生存率代表値 : 50  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
血 液	50	6

DFP 標識赤血球の生存率代表値 : 50  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
血 液	100	7

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
3. Veall, N. and Vetter, H.: *Radioisotope Techniques in Clinical Research and Diagnosis*. Butterworth and Co., London (1958).
4. Mitchell, J. S.: *Br. med. J.* 1951, 2, 747.
5. Seltzer, R. A., Kereiakes, J. G. and Saenger, E. L.: *N. Eng. J. Med.* 1964, 271, 84.
6. Leeksa, C. H. W. and Cohen, J. A.: *J. clin. Invest.* 1956, 35, 964.
7. Ellis, R. E.: 未発表の計算。
8. Torrance, H. B. and Gwenlock, A. H.: *Clin. Sci.* 1962, 22, 413 (コロイド状リン酸クロム).

## ルビジウム-81

 $^{81}\text{Rb}$ 

## 静脈内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	16.5	1
全 身 平 均	0.017	1

$^{82}\text{Rb}$ ,  $^{83}\text{Rb}$  および  $^{84}\text{Rb}$  の汚染を含む。

## 文 献

1. Szur, L., Glass, H. I., Lewis, S. M., Grammaticos, P. and Garreta de, A. C.: *Br. J. Radiol.* 1968, 41, 819.

## ルビジウム-86

 $^{86}\text{Rb}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
筋 肉	5.7	1

## 静脈内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
筋 肉	5.7	1
	6	2

## 文 献

1. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.
2. Torrance, H. B., Davies, R. P. and Clark, P.: *Lancet* 1961, II, 633.

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身	2.6	1
學 丸	10	1

現在では、學丸によるイオウの優先的摂取があるかどうかについていくらかの疑問がある。

## 静 脈 内

代表値：50  $\mu$ Ci, 硫酸イオンとして

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	2.6*	1
	0.013†	2
皮 膚	4—6	3
學 丸	10*	1

\* 生物学的半減期 90 d を仮定した場合。

† 生物学的半減期 6 h を仮定した場合。

注：<sup>35</sup>S が有機化合物中に含まれている場合、標識 <sup>35</sup>S の運命は、それが化合物に結合している限り、その化合物の代謝によってきまる。たとえば、毛髪マーカーとして皮内注射された標識システイン、標識タンパクは、全身では  $T_{\text{eff}}=14-40$  d, グロブリンでは  $T_{\text{eff}}=63$  d である。

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Walser, M., Seldin, D. W. and Grollman, A.: *J. clin. Invest.* 1953, 32, 299.
3. Solomon, A. K., Webster, E. W. and Robinson, C. V.: Report from Harvard Medical School, August 1957.

## アンチモン-125

 $^{125}\text{Sb}$ 

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	4	1
肝 臓	50	1
甲 状 腺	750	1

24 h 後：30%排泄，14%甲状腺，56%肝臓（文献1）。

甲状腺および肝臓の放射能は  $T_{\text{biol}}=12\text{ d}$  で排泄される。

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

## セレン-75 メチオニン

 $^{75}\text{Se}$ 

## 静 脈 内

## 副甲状腺スキャン

100  $\mu\text{g}$  のトリヨードサイロニンを7日間投与して甲状腺をブロックしたのち

代表値：250  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	2.5	1
	3.0	2
	6.0*	3

\*  $T_{\text{biol}}=100\text{ d}$

脾スキャン代表値：200  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	8.1	4
	6.5	5
	8.4	6
脾 臓	6.8	5
	0.3	3
	2.5	6
肝 臓	6.3	5
	0.3	3
	0.8	6
生 殖 腺 腎 臓	10	6
	56	3

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	7 才	34	7
筋 肉	7 才	9	7
脾 臓	7 才	5	7

胎児の成長の推定代表値：1  $\mu\text{Ci}$ , 母体に投与

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
母体の全身平均	10	8
胎 児	18	8

生物学的データ

セレンメチオニン

生物学的半減期：23—36 ないし 77—144 d

静脈内に注入後1—2 h で、脾臓摂取率7%

肝臓摂取率10%

タンパクが急速に合成されている箇所，ならびに胎盤および胎児の中に高濃度で存在する。

【文献 9 参照】

成人の肝臓の放射能は，最初の 1 日間一定，それにつづく 10—12 日間は  $T_{\text{biol}}=13 \text{ d}$  で排泄され，その後の排泄は  $T_{\text{biol}}=63 \text{ d}$  でおこなわれる。

筋肉中の濃度は 10 日間でピークに達する。

全身の放射能は  $T_{\text{biol}}=130 \text{ d}$  にしたがう。

小児の全身の放射能は  $T_{\text{biol}}=70 \text{ d}$  にしたがう【文献 8】。

セレン-75 シスチン

静 脈 内

脾スキャン

代表値：4  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ 。

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
脾 臓	2.9	8
肝 臓	0.4	8
腎 臓	53	8
全 身 平 均	5.3	8

腎臓摂取率 50% では  $T_{\text{eff}}=10 \text{ h}$ 。

セレン-75 セレン化物

静 脈 内

軟骨肉腫の可視化

代表値：350  $\mu\text{Ci}/\text{検査}$

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	13	10

10% が肝臓中に  $T_{\text{eff}}=43 \text{ d}$  で存在すると仮定。

文 献

1. King, R. and Sharpe, A. R.: *Postgrad. Med.*, September 1963, 34, A47.
2. Kniseley, R. M., Andrews, G. A. and Harris, C. C.: Editors of *Progress in*

- Medical Isotope Scanning*, Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, Tennessee, U. S. A. (TID 7673, 1963). p. 270.
3. Blau, M.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scanning*, Athens, April 1964, Vol. II (1964).
  4. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
  5. Blau, M.: *J. nucl. Med.* 1961, 2, 103.
  6. Sodee, D. B.: *Nucleonics* 1965, 23, 78.
  7. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.
  8. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
  9. Radiochemical Center, Amersham, Buckinghamshire, U. K.: *Technical Bulletin* 67/2, (1967).
  10. Modrego, Perez: 私信。

スズ-121

 $^{121}\text{Sn}$ 

## 経 口

練歯磨またはチューインガム中のスズのエナメル質へのとりこみ  
代表値:  $1 \mu\text{Ci}/\text{検査}$

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
歯のエナメル質	<50	1

## 文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。

ストロンチウム-85

 $^{85}\text{Sr}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	13	1



## 静 脈 内

代表値：26—40  $\mu\text{Ci}$ /検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	44	1
	20—50	2
	60	2
	5*	3
	16	4
	44	5
	37	6
	30	7
全 身 平 均	6	2
	7	4
	23	5
	11	6
平均生殖腺線量	2.9	3

\* この値は、 $t^{-0.2}$  という冪関数法則の排泄率をもつ40%の長期停滞を仮定した代謝データを用いて得られたものである。これに対し、たとえば文献1では、 $T_{\text{eff}}=65\text{d}$  の70%停滞という ICRP Publication 2 (文献8) の値が用いられている。

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	4 才	68	9
	10 才	41	9
	11 才	63	9
	12 才	23	9
	18 才	27	9

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br.J.Radiol.* 1962, 35, 372.
2. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
3. McEwan, A. C.: Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory,

Christchurch, New Zealand.

4. Charkes, N. D., Sklaroff, D. M. and Bierly, J.: *Am. J. Roentgenol.* 1964, 91, 1121.
5. Spencer, R., Herbert, R., Rish, M. W. and Little, W. A.: *Br. J. Radiol.* 1967, 40, 641.
6. Meckelnburg, R. L.: *J. nucl. Med.* 1964, 5, 929.
7. Blau, M., Laor, Y. and Bender, M. A.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg, August 1968 (1969).
8. ICRP Publication 2: *Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation* (1959). Pergamon Press, London (1960).
9. Wellman, H. N., Kereiakes, J. G. and Branson, B. M.: Paper to Symposium on Dose Reduction in Nuclear Medicine, Oak Ridge, Tennessee, December 1969.

ストロンチウム-87m

$^{87m}\text{Sr}$

静 脈 内

代表値 : 10  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	0.1	1, 2, 3
	0.4	4
	0.6	5
全 身 平 均	0.02	1
	0.007	2
	0.01	4

注 : 骨線量の計算において

$$D_{\beta} = 0.115 \text{ mrad}/\mu\text{Ci}$$

$$D_{\gamma} = 0.0606 \text{ mrad}/\mu\text{Ci}.$$

$$D_{\text{total}} = 0.176 \text{ mrad}/\mu\text{Ci}.$$

この値は不均一分布の係数5を無視しており、これを含めると0.636 mrad/ $\mu\text{Ci}$ になる。

(この計算では、100%が骨中にあり、排泄はなく、実効半減期=物理学的半減期と仮定されており、したがって1  $\mu\text{Ci}$ あたりの線量は最大となっている。)

## 文 献

1. Charkes, N. D., Sklaroff, D. M. and Bierly, J.: *Am. J. Roentg.* 1964, 91, 1121.
2. Spencer, R., Herbert, R., Rish, M. W. and Little, W. A.: *Br. J. Radiol.* 1967, 40, 641.
3. Blau, M., Laor, Y. and Bender, M. A.: *Proceedings of IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg, August 1968 (1969).
4. Meckelburg, R. L.: *J. nucl. Med.* 1964, 5, 929.
5. Radiochemical Centre, Amersham, Buckinghamshire, U. K.: *Technical Bulletin* 68/11 (1968).

テクネチウム-99m 硫化アンチモンコロイド

 $^{99m}\text{Tc}$ 

静 脈 内

肝スキャン

代表値：1 mCi/検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肝 臓	0.30	1
	0.31	2
	0.33	3
	0.36	4
脾 臓	0.14	2
	0.16—0.43	5
	0.22	5
全 身 平 均	0.017	3
	0.02	1
	0.021	5
男性生殖腺	0.013	3
女性生殖腺	0.023	3
生 殖 腺	0.02	5

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肝 臓	新 生 児	2.5	6
	1 才	1.0	6
	5 才	0.6	6
	10 才	0.5	6
	15 才	0.4	6
	成 人	0.3	6

吸 入

代表値：4 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	0.08	7
全 身	0.004	7

その他のデータ

コロイドの製法 [文献 8 および 9]。

テクネチウム-99m 人血清アルブミン

静 脈 内

代表値：100  $\mu$ Ci

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
血 液	0.05	10

プラセンタグラフィ

代表値：250  $\mu\text{Ci}$ ，または 4  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ ：スキャンニングには 1 mCi まで

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
母体全身平均	0.005	11
	0.014	12
胎 児 母 体 の 血 液	0.012	12
	0.047	11
胎 児 の 血 液	0.045	12
	0.014	11
胎児の生殖腺	0.012	12
	0.007	13
母体の生殖腺	0.033	12
	0.090	12
胎児の甲状腺	0.070	12
	0.30*	14
	0.070†	13
	0.050†	10

\* 胎児の全身中にある投与放射能の 0.4% がすべて胎児の甲状腺にあるとした場合。

† ブロックせず。

## 吸 入

Bennet 型レスピレーターにより呼吸した HSA

代表値：1 mCi/検査

器 官	mrads/ $\mu\text{Ci}$	文 献
全 身 平 均	0.010	11
胃	0.060	11
大 腸 下 部	0.1	11

その他のデータ

10—20%が肺に停滞し，40%が吐き出され，残りは飲み下される（文献11）。

HSA の標識方法 [文献15参照]。

## テクネチウム-99m 熱変性人血清アルブミン

静脈内

代表値：3—4 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
肺	0.22	4
	0.4	11

## テクネチウム-99m 鉄錯塩

静脈内

腎検査

代表値：1 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	0.17	16

## 停滞率のデータ

 $T_{\text{eff}}=6 \text{ h}$ 

58%が体内に存在し、そのうちの10%が各々の腎臓に存在する(文献17)。

## 年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腎 臓	新 生 児	9	6
	1 才	3	6
	5 才	2	6
	10 才	1	6
	15 才	1	6
	成 人	1	6

テクネチウム-99m 過テクネチウム酸塩

静 脈 内

代表的脳スキャン：2—3 ml 中に 5 mCi

唾液腺スキャン：1 mCi

甲状腺スキャン：0.25 mCi (経口投与されることもある。)

器 官	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
全 身 平 均	0.012	3
	0.013	18
	0.010—0.014	3
	0.012	10
生 殖 腺	0.012	3
	0.014	18
	0.012—0.018	3
	0.016	10
男 性 生 殖 腺	0.012	3
女 性 生 殖 腺	0.018	3
脳	0.006	19
唾 液 腺	0.2—0.5	3
甲 状 腺	0.1—0.5	3
	0.24	19
肝 臓	0.032	19
胃 (静脈内)	0.23	19
	(経口)	0.32
大 腸 上 部 (脳スキャン)	0.096	3
	(甲状腺スキャン)	0.21—0.29
大 腸	0.096	10
	0.14	19

心総血量

代表値：2 mCi/ml/min を 5 min 注入 [文献10]

胃腸管粘膜全線量 2.6 rad

血液 0.047 mrad/ $\mu$ Ci

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
腸	新 生 児	1.6	6
	1 才	0.4	6
	5 才	0.3	6
	10 才	0.2	6
	15 才	0.1	6
	成 人	0.1	6

テクネチウム-99m 赤血球

静 脈 内

年齢による器官線量の変化

器 官	年 令	mrad/ $\mu$ Ci	文 献
脾 臓	新 生 児	20	6
	1 才	6	6
	5 才	4	6
	10 才	2	6
	15 才	1	6
	成 人	1	6

文 献

1. Moses, A.: *Picker Scintillar*, October 1966, 18.
2. Herbert, R. J.: *Postgrad. Med.* 1965, 41, 656.
3. Börner, W.: *Der Radiologe* 1966, 6, 323.
4. Ellis, R. E.: 未発表の計算。
5. Smith, E. M.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 248.
6. Ball, F. and Wolf, R.: *Monatsschrift Für Kinderheilkunde* 1967, 115, 581.
7. Pircher, F. J.: *Proceedings of an IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy*, Salzburg 1968 (1969).
8. French, R. J.: *Br. J. Radiol.* 1969, 42, 68.
9. Lopez, R. B. and French, R. J.: *Br. J. Radiol.* 1969, 42, 633.
10. Smith, E. M.: *J. nucl. Med.* 1965, 6, 231.
11. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。



12. Hibbard, B. M. : Ph. D. thesis, Liverpool University.
13. Herbert, R. J., Hibbard, B. M. and Sheppard, M. A. : *J. nucl. Med.* 1969, 10, 224.
14. McAfee, J. and Stern, H. : *J. nucl. Med.* 1964, 5, 936.
15. Gwyther, M. and Field, E. : *Int. J. appl. Radiat.* 1966, 17, 485.
16. Chisholm, G. D. and Aye, M. M. : *Proc. roy. Soc. Med.* 1967, 60, 869.
17. U. S. A. E. C. : Radioactive Pharmaceuticals Symposium, Oak Ridge, 1965, chapter 18.
18. McEwan, A. C. : Report NRL/PDS/1967, National Radiation Laboratory, Christchurch, New Zealand.
19. Kazem, I., Gelinsky, P. and Schenck, P. : *Br. J. Radiol.* 1967, 40, 292.

## キセノン-133

 $^{133}\text{Xe}$ 

## 静脈内

食塩水中に溶解したキセノンによる代表的検査

肺検査 : 2 mCi ずつ 2 回注射

血流検査 : 50  $\mu\text{Ci}$  ずつ 4 回注射心総血量 : 食塩水溶液 35 ml 中の 200  $\mu\text{Ci}$  を 5—10 sec のあいだに注射

子宮筋肉中の血流 : 1 mCi/検査

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
肺 (正常の成人)	0.014	1
肺 ( $\frac{1}{4}$ が肺気腫の患者)	0.020	1
肺 ( $\frac{3}{4}$ が肺気腫の患者)	0.015	1
血 液	0.04	1
胎 児	0.004	2
生殖腺 (正常の成人)	0.0001	1
(正常の成人)	0.0004	3
生殖腺 (肺気腫患者)	0.0003	1

## 吸 入

キセノン-133の1回呼吸または閉鎖系でのくりかえし呼吸のいずれかによる代表的検査。

肺検査 : 1呼吸 3 mCi を 2 回, 15 sec 呼吸をとめる。

350  $\mu\text{Ci/l}$  ないし 1  $\text{mCi/l}$  の濃度で 2 min くりかえし呼吸, 2 回反覆。  
 脳血流: 100ないし 500  $\mu\text{Ci/l}$  の濃度で 5 min くりかえし呼吸。

一回呼吸

器 官	mrad/mCi 15 sec 呼吸をと める	文 献
肺(正常の成人)	43	1
肺(肺気腫患者)	<43	1
生 殖 腺	0.25	1

くりかえし呼吸

器 官	1 mCi/l の濃度で 1 min くりかえし 呼吸 mrad	文 献
肺(正常の成人)	28	1
	35	4
肺(肺気腫患者)	31	1
脂 肪	9—11	4
生 殖 腺	1.4	1
	2.5—4	4

文 献

1. M. R. C. パネルに寄せられた未発表の計算。
2. Munck, O., Lysgaard, H., Pontonnier, G., Lefevre, H. and Lassen, N. A.: *Lancet* 1964, **I**, 1421.
3. Lassen, N. A., Lindbjerg, I. F. S. and Munck, O.: *Lancet* 1964, **I**, 686.
4. Dollery, C. T., Fowler, J. F., Hugh Jones, P., Matthews, C. M. E. and West, J. B.: *Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung*. Verlag Von Urban und Schwarzenberg, München (1963).
5. Mallett, B. L. and Veall: N.: *Lancet* 1963, **I**, 1081.
6. Radiochemical Centre, Amersham, Buckinghamshire, U. K.: *Technical Bulletin* 65/12 (1965).

## イットリウム-90

 $^{90}\text{Y}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	0.0019	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
骨	19	1

## 膝関節内浸出液の治療

代表値：100—200  $\mu\text{Ci/ml}$  で10—20 ml を滑液スペース内に注射。

深さ 1 mm における線量：1  $\text{cm}^2$  に沈着した 1  $\mu\text{Ci}$  あたり 270 rad } 文献 2 により推定。  
 深さ 2 mm における線量：1  $\text{cm}^2$  に沈着した 1  $\mu\text{Ci}$  あたり 80 rad }

## 文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Walton, R. J. and Sinclair, W. K.: *Br. med. Bull.* 1952, 8, 165.

## 亜鉛-65

 $^{65}\text{Zn}$ 

## 経 口

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
前 立 腺	160	1
肝 臓	150	1

## 静 脈 内

器 官	mrad/ $\mu\text{Ci}$	文 献
前 立 腺	160	1
肝 臓	150	1

文 献

1. Vennart, J. and Minski, M.: *Br. J. Radiol.* 1962, 35, 372.
2. Richmond, C. R., Furchener, J. F., Trafton, G. A. and Langham, W. H.: *Health Physics* 1962, 8, 481.
3. McKenney, J. R., McClellan, R. O. and Bustad, L. K.: *Health Physics* 1962, 8, 411.
4. Prasad, A. S., Miale, A., Jr., Sandstead, H. H. and Schubert, A. R.: *J. Lab. clin. Med.* 1963, 61, 537.
5. Valee, B. C.: *Physiol. Rev.* 1959, 39, 443.
6. Van Dilla, M. A. and Ergelke, M. J.: *Science* 1960, 131, 830.

放射性核種を用いた  
検査における患者の防護

¥ 560

---

昭和47年5月1日 発行

編 集 社 団  
お よ び 法 人  
発 行 財 団  
法 人

日本アイソトープ協会  
仁科記念財団

113 東京都文京区本駒込二丁目28番45号  
電 話 (03) 946-7111

---

印刷・製本 大洋印刷産業KK